

Značajke kalkokambisola na području Nacionalnog parka Risnjak

Brlić, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:611367>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
UNIVERSITY OF ZAGREB, FACULTY OF FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY



Završni rad

Značajke kalkokambisola na području Nacionalnog parka Risnjak
Properties of the Calcocambisols in Risnjak National Park

Zagreb, 2024.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Materijali i metode	3
2.1. Područje istraživanja	3
2.2. Baza podataka	5
2.3. Laboratorijske analize	6
2.4. Statističke analize	7
3. Rezultati i rasprava	8
3.1 Stjenovitost i kamenitost	8
3.2. Dubina tla i debljina A i B horizonata	9
3.3. Skeletnost i tekstura tla	10
3.4. Reakcija tla i karbonati u tlu	11
3.5. Organski ugljik i ukupni dušik u tlu	12
3.6. Biodostupni fosfor i kalij u tlu	13
3.7. Hraniva	14
4. Zaključci	15
5. Literatura	16
Prilozi	18

Zavod:	Zavod ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Pedologija
Mentor:	prof.dr.sc. Darko Bakšić
Asistent:	
Student:	Toni Brlić
JMBAG:	0068233418
Akad. godina:	2023./2024.
Mjesto, datum obrane	Zagreb, 27.09.2024.
Sadržaj rada:	slika: 14; tablica: 2; prilozi: 14; navodi literature: 25
Sažetak:	<p>U završnom radu upoređene su značajke kalkokambisola (smeđeg tla na vapnencima i dolomitima) na području Nacionalnog parka Risnjak. Značajke su uspoređene s obzirom na nekoliko različitih supstrata koji se razlikuju u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: čvrsti vapnenci (V), dolomitični vapnenci (DV), dolomiti (D) i vapnenačka morena (VM).</p> <p>Iz postojećih baza podataka o tlima s područja NP Risnjak izdvojeni su analitički podaci o 57 pedoloških profila koji su otvoreni na kalkokambisolu, na različitim matičkim supstratima. Osim toga, izdvojeno je 18 pedoloških profilana na kojima su utvrđena hraniva u A-horizontu primjenom Mehlich-3 metode ekstrakcije. Podatci su analizirani u statističkom programu Statistica 14.0.0.15.</p> <p>Uspoređene su ektomorfološke značajke površinska stjenovitost i kamenitost; endomorfološke dubina tla, te debljina A- i B-horizonta, a od pedofiziografskih značajki pH-vrijednost, udjel karbonata, udjel organskog ugljika i ukupnog dušika, C/N odnos, biodostupni fosfor i kalij te hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn i B).</p> <p>Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima bio je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veću udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V.</p>



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 27.09.2024. godine

vlastoručni potpis

Toni Brlić

Sažetak

U završnom radu upoređene su značajke kalkokambisola (smeđeg tla na vapnencima i dolomitima) na području Nacionalnog parka Risnjak. Značajke su uspoređene s obzirom na nekoliko različitih supstrata koji se razlikuju u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: čvrsti vapnenci (V), dolomitični vapnenci (DV), dolomiti (D) i vapnenačka morena (VM).

Iz postojećih baza podataka o tlima s područja NP Risnjak izdvojeni su analitički podatci o 57 pedoloških profila koji su otvoreni na kalkokambisolu, na različitim matičkim supstratima. Osim toga, izdvojeno je 18 pedoloških profilana na kojima su utvrđena hraniva u A-horizontu primjenom Mehlich-3 metode ekstrakcije. Podatci su analizirani u statističkom programu Statistica 14.0.0.15.

Uspoređene su ektomorfološke značajke površinska stjenovitost i kamenitost; endomorfološke dubina tla, te debljina A- i B-horizonta, a od pedofiziografskih značajki pH-vrijednost, udjel karbonata, udjel organskog ugljika i ukupnog dušika, C/N odnos, biodostupni fosfor i kalij te hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn i B).

Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima bio je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veću udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V.

1. Uvod

Tlo predstavlja ključnu komponentu šumskih ekosustava, pri čemu svaka promjena njegovih svojstava izravno utječe na sastav i produktivnost šuma, kvalitetu drva, otpornost šumskih sastojina na vjetar i biljne bolesti, reproduktivni kapacitet šuma te njezine ekološke i društvene funkcije. Nijednu od ovih karakteristika šume nije moguće pravilno razumjeti ili objasniti bez poznavanja i uvažavanja svojstava tla (Ćirić 1984, Pernar 2017).

Tlo se opisuje kao "multifunkcionalno, uvjetno obnovljivo prirodno dobro" te predstavlja dominantno obilježje i ključnu komponentu terestričnih ekosustava (Pernar 2017) u koje spadaju i šume. S obzirom na njegovu središnju ulogu, poznavanje tla u upravljanju terestričnim ekosustavima važno je kako bi se osiguralo održivo korištenje tla, njegovo očuvanje te njegova dugoročna funkcionalnost i ekološka stabilnost (Pernar 2017).

Proces formiranja tla započinje fizičkim i kemijskim trošenjem matične stijene, odvijajući se kroz niz međusobno povezanih procesa koji čine pedogenezu. Tla razvijena na različitim matičnim podlogama pokazuju karakteristične razlike u fizičkim svojstvima, što je rezultat različitih oblika trošenja tih podloga. Kemijski i mineraloški sastav matične podloge utječe na količinu materijala proizvedenog trošenjem te na početnu propusnost podloge za vodu, što potom određuje brzinu razvoja tla i vrijeme potrebno za postizanje klimaks stadija (Škorić 1986).

Najzastupljenije tlo u Hrvatskoj koje se rasprostire na 9 243 km² i zauzima 17,55 % kopnene površine je kalkokambisol (Martinović 1997). Kalkokambisol, odnosno smeđe tlo na vapnencima i dolomitima, ujedno je i najrasprostranjeniji tip tla u krškim područjima Hrvatske (Pernar i dr., 2022). Nalazi se unutar odjela automorfna tla i pripada klasi kambična tla koja ispod A-horizonta imaju deblji B-horizont koji je ujedno dijagnostički horizont ove klase.

Sam naziv, smeđe tlo na vapnencima i dolomitima, sugerira da je ovo tlo razvijeno na vapnencima i dolomitima koji, međutim, uključuju i niz prijelaznih formi stijena glede načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja (Pernar i dr. 2022).

Brojni su znanstveni radovi u kojima se opisuju i/ili uspoređuju značajke kalkokambisola u različitim bioklimatima i pod različitom šumskom vegetacijom (Pernar 1996, Martinović 2003, Bakšić i dr. 2008, Švob i dr. 2022, Pernar i dr. 2022, Vukelić i dr. 2023, Pernar i dr. 2024), a u nedavno publiciranom radu (Perković i dr. 2024) analiziran je utjecaj matičnog supstrata na značajke kalkokambisola na području NP Plitvička jezera.

Tema završnog rada povezana je upravo sa značajkama kalkokambisola razvijenog na različitim supstratima u području Nacionalnog parka Risnjak.

Općenito o kalkokambisolu

Kalkokambisol ima sklop profila A-B-R ili A-B-C-R. Pojavljuje se u različitim bioklimatima, pod različitom šumskom ili travnom vegetacijom (Pernar 2017). O njegovoj genezi na čistim i tvrdim vapnencima i dolomitima ima više teorija, od kojih je najviše prihvaćena ona o rezidualnom (netopljivom) ostatku matične stijene (Ćirić i dr. 1988, Martinović 2003). Ovo se tlo, u dugom vremenskom slijedu, razvija iz posmeđene crnice na

vapnencima i dolomitima, a nastavak njegove geneze ide u pravcu ilimeriziranog tla. Tako se u prirodi obično nalazi u asocijaciji s navedenim tipovima tla, ovisno o klimi i reljefu (Pernar, 2017). Javlja se u dva podtipa: tipični i ilimerizirani, dok se varijetet i forma razdvajaju s obzirom na dubinu tla i teksturu. Najzastupljeniji je varijetet plitkog kalkokambisola (< 35 cm) (Martinović, 2003). Dubina kalkokambisola rijetko prelazi 60 cm, a prijelaz prema stijeni je nagao i najčešće vrlo neravan što dovodi do velikih varijacija u dubini tla na malim udaljenostima, tzv. "džepovi" – slika 1 (Pernar 2017).

U području rasprostranjenosti kalkokambisola stjenovitost je značajna i kreće se u rasponu od 30 do 50%. U A-horizontu struktura je mrvičasta do graškasta, a u B-horizontu poliedrična do orašasta. Po teksturi ova tla najčešće su ilovaste gline do gline (Martinović 2003).



Slika 1. Kalkokambisol na vapnencu, varijacija dubine tla kod kalkokambisola na vapnencu, tzv. „džepovi“ i kalkokambisol na dolomitu (foto D. Bakšić i B. Vrbek, preuzeto iz Pernar 2017)

Udjel organske tvari u A-horizontu varira ovisno o humidnosti klime i načinu korištenja. U sušijim klimama ili na poljoprivrednim površinama poput travnjaka, sadržaj organskog ugljika (OC) iznosi oko 25-30 g kg⁻¹, dok je u vlažnijim klimama, poput šumskih područja, taj udio veći od 60 g kg⁻¹, a s prisutnošću prijelaznog humusa može biti i iznad 120 g kg⁻¹ (Pernar 2017).

U B-horizontu udjel OC može varirati od 5 do 30 g kg⁻¹. Ovo tlo, kao i ostala kambična tla, ne sadrži karbonate, osim u obliku karbonatne opne na prijelazu u stijenu. pH-vrijednost u A-horizontu kreće se između 5,5 i 6,5, dok je u B-horizontu između 6,5 i 7. Kapacitet adsorpcije je visok, a stupanj zasićenosti bazama prelazi 50%. Kalkokambisoli lakše teksture imaju nešto niže pH-vrijednosti, manji kapacitet adsorpcije i niži stupanj zasićenosti bazama. Opskrba lakopristupačnim kalijem je visoka, dok je opskrba fosforom vrlo niska (Martinović 2003, Pernar 2017).

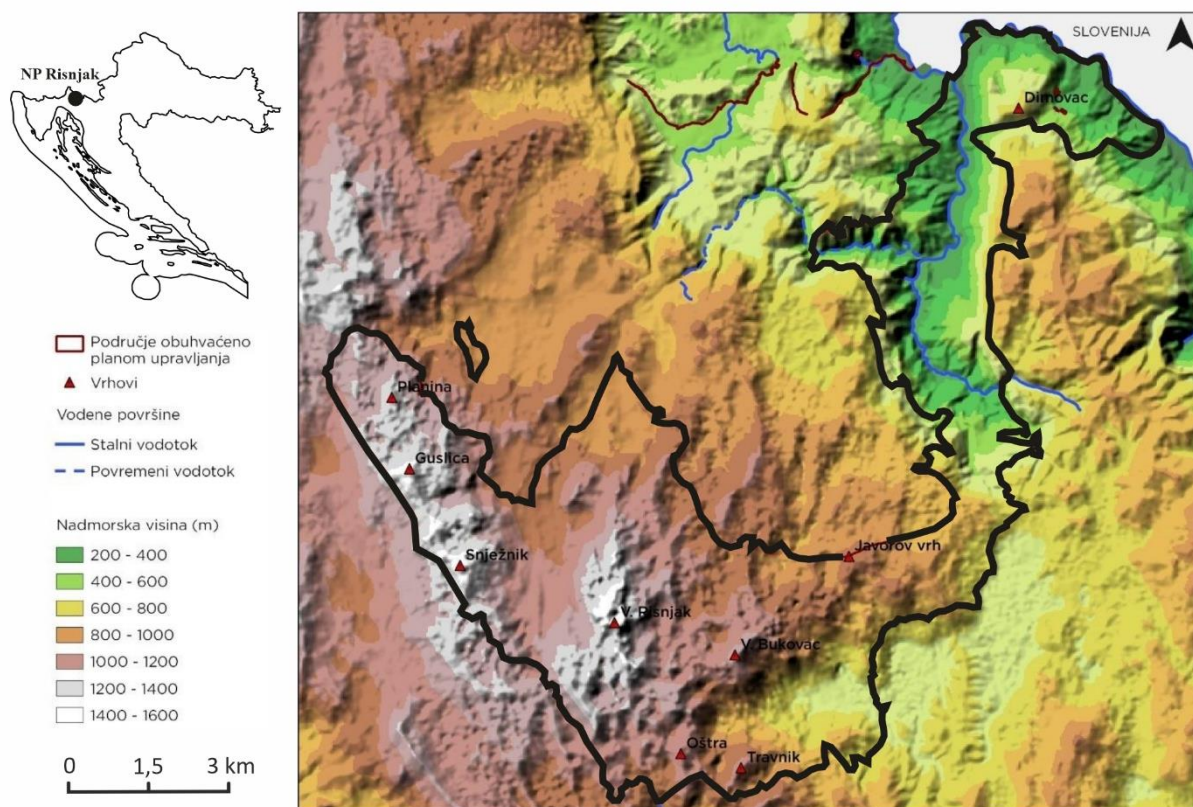
Varijabilna dubina tla, zajedno s čestim kamenitim i stjenovitim površinama, predstavlja ograničenje u korištenju potencijala kalkokambisola. Dublji kalkokambisoli su vrlo plodna tla, osim što im nedostaje lakopristupačnog fosfora. (Pernar 2017.)

2. Materijali i metode

2.1. Područje istraživanja

Nacionalni park Risnjak (slika 2) nalazi se na sjeverozapadu Hrvatske, u Gorskom kotaru. Park se pruža na površini od 6 340,29 hektara. Obuhvaća središnje dijelove masiva Risnjaka i Snježnika te izvor rijeke Kupe s njezinim gornjim tokom (JU NP Risnjak 2022).

Nadmorska visina u parku varira od 290 metara u dolini rijeke Kupe do 1 528 metara na vrhu Velikog Risnjaka. Zračna udaljenost od vrha Velikog Risnjaka do mora iznosi 15 km, dok je izvor Kupe udaljen 8 km. Sjeverni dio Nacionalnog parka Risnjak graniči s Republikom Slovenijom, a uz njega se s jedne strane nalazi područje Ekološke mreže (EM) Dio Kupe, dok se s druge strane naslanja na područje Ekološke mreže Potok Gerovčica. Središnji dio masiva Risnjaka proteže se zapadno od mjesta Crni Lug kod Delnica do ceste Gornje Jelenje-Lazac-Gerovo, a južno od Mrzle Vodice do livade Šegine na sjeveru. Sjeverozapadno od Risnjaka nalazi se masiv Snježnika, a između ta dva vrha smještena je prostrana livada Lazac (JU NP Risnjak 2022).

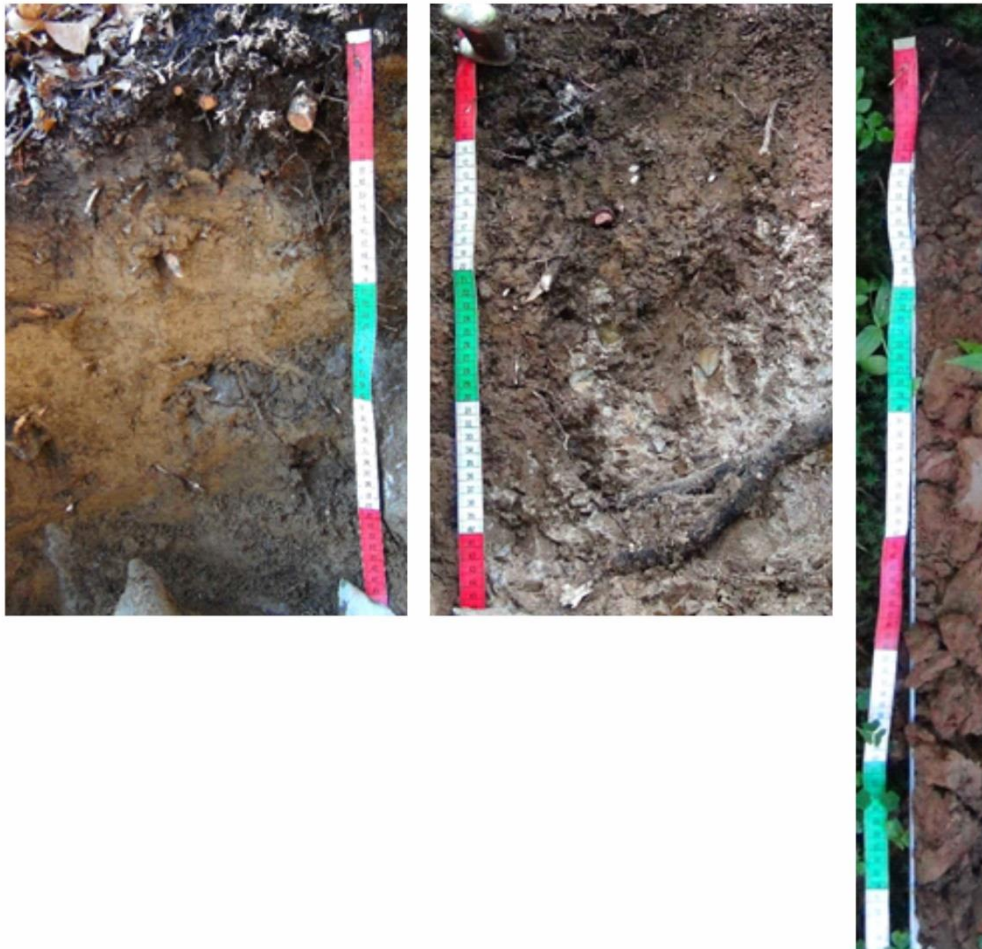


Slika 2. Geografski položaj i reljef NP Risnjak s ucrtanom granicom (prilagođeno prema JU NP Risnjak, 2022)

Područje NP Risnjak ima složenu geološku građu. Izgrađuju ga sedimentne (vrlo malim dijelom i metamorfne) stijene relativno velikog raspona geološke starosti od perma do kvartara (Pernar i dr. 2022).

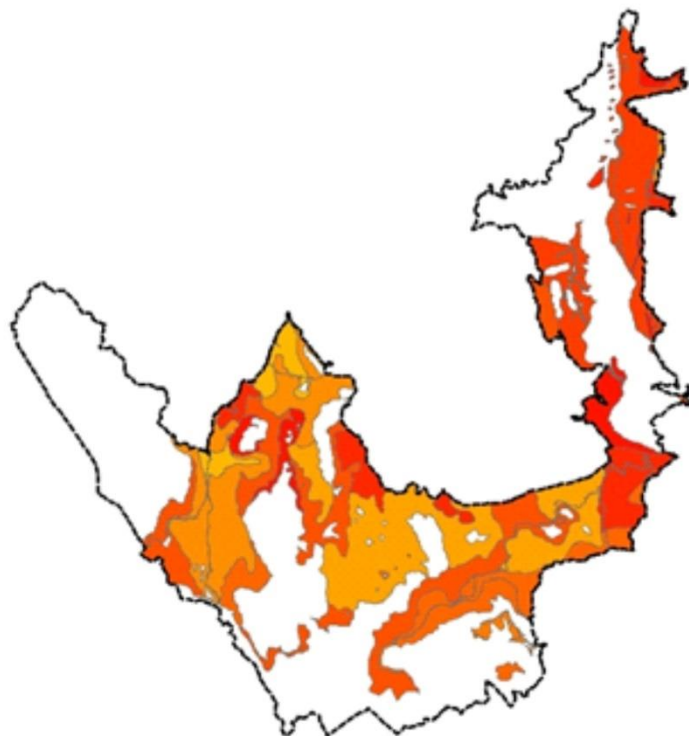
Geološku podlogu, odnosno matični supstrat na kojem se u NP Risnjak pojavljuje kalkokambisol prema Pernar i dr. (2022) čine:

- čvrsti vapnenci,
- fizički trošivi dolomitični vapnenci i dolomiti,
- morene i fluvioglacialni sedimenti (slika 3).



Slika 3. Kalkokambisoli na području NP Risnjak: na vapnencu (lijevo); na dolomitu (sredina); na vapnenačkoj moreni (desno) (prilagođeno prema Pernar i dr. 2022)

Kalkokambisol je najzastupljenije tlo (slika 4) na cjelokupnom prostoru NP Risnjak, izuzev areala silikatnih supstrata s distričnim kambisolom. Najviše je zastupljen u biljnim zajednicama koje imaju najveći udio u NP Risnjak – u dinarskoj bukovo-jelovoj šumi (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957/ Marinček et al. 1993), u pretplaninskoj bukovoj šumi s planinskim žabnjakom (*Ranunculo platanifoliae-Fagetum* Marinček et al. 1993) i u bukovoj šumi s crnim kukurijekom (*Helleboro nigri-Fagetum* Zukrigl 1973/Pelcer 1978 nom. illeg.) (Pernar i dr. 2022).



Slika 4. Rasprostranjenost kartografskih jedinica u NP Risnjak u kojima najveći udio ima kalkokambisol (prema Pernar i dr. 2022)

Na području NP Risnjak mogu se uočiti dva klimatska tipa (Pernar i dr. 2022):

- umjereno topla kišna klima s toplim ljetom (Cfsbx" – varijanta tipa klime Cfwbx", od kojeg se razlikuje po tome što je najsuši dio godine ljeti i što je maksimum oborine u početku toplog dijela godine manji od maksimuma u kasnoj jeseni)
- snježno-šumska (ili borealno-subarktička) klima (Dfsbx").

Granica između ovih dvaju klimatskih tipova nalazi se na nadmorskoj visini od 1 200 metara, što znači da veći dio parka pripada umjereno toploj kišnoj klimi.

2.2. Baza podataka

Za potrebe usporedbe pedofiziografskih značajki kalkokambisola, s obzirom na različiti matični supstrat, korišteni su analitički podatci s profila tla preuzetih iz slijedećih baza tla:

- 24 profila – projekt „Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka „Risnjak“ (2019-2022) (Pernar i dr. 2022);
- 24 profila – tipološka istraživanja koja je provela skupina istraživača Šumarskog instituta Jastrebarsko za potrebe nekadašnjeg Šumskog gospodarstva "Delnice" (Martinović 1974, 1976) i Osnovna pedološka karta Hrvatske (OPKH, Martinović 1978)
- 9 profila – doktorska disertacija Pernar (Pernar 1996)

2.3. Laboratorijske analize

Dodatno je odabrano 18 uzoraka tla humusno-akumulativnog horizonta formiranog na različitim matičnim supstratima te je određen udjel hraniva (P, K, S, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn i B) ekstrakcijom u Mehlich-3 otopini. Analitički postupak detaljno je opisan u Zhang i dr. (2014). Određivanje udjela makro i mikro elemenata u priređenim uzorcima izvedeno je tehnikom atomske emisijske spektrometrije (ICP-AES) uz induktivno spregnutu plazmu (uređaj Thermo Fisher, iCAP 6300) u Ekološko-pedološkom laboratoriju Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu.

Tablica 1: 18 uzoraka izdvojenih za analizu

Oznaka profila	Taksonomski naziv tla	Biljna zajednica (Vukelić, 2020)	Matični supstrat
RIS P3	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol), tipično, plitko, ilovasto	<i>Ranunculo plataniifoliae-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P14	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), tipično, plitko, glinasto-ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac gromadasti
RIS P55	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnencu), tipično, plitko, ilovasto	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P50	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na uslojenom vapnencu), tipično, plitko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P100	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnencu), tipično, plitko, glinasto- ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P6	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol), ilimerizirano, srednje duboko, ilovasto, sa sirovim humusom	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac gromadasti
RIS P99	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnencu), tipično, srednje duboko, glinasto- ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P25	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na frakturiranom vapnencu), tipično, srednje duboko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenac
RIS P89 Leska 22	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na kalcitičnom dolomitu), tipično, plitko do srednje duboko, ilovasto	<i>Blechno-Abietetum</i>	dolomit
RIS P86 Leska 19	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dolomitu), tipično, srednje duboko, ilovasto-glinasto	<i>Blechno-Abietetum</i>	dolomit
RIS P13	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dolomitu), tipično, plitko do duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	dolomit
RIS P10	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnenačkoj moreni), tipično, plitko, ilovasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	graškasti skelet vapnenačke morene

RIS P37	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na vapnenačkoj moreni), tipično, srednje duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	vapnenačka morena
RIS P51	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj podinskoj moreni), tipično, plitko, ilovasto	<i>Ranunculo platanifoliae-Fagetum</i>	vapnenačka morena
RIS P64	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj moreni), tipično do ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Aremonio-Piceetum</i>	vapnenačka morena
RIS P65	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol na vapnenačkoj moreni), ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Aremonio-Piceetum</i>	vapnenačka morena
RIS P18	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), tipično, plitko, glinasto-ilovasto	<i>Ranunculo platanifoliae-Fagetum</i>	dolomitični vapnenac
RIS P20	Smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol, na dol. vapnencu), ilimerizirano, duboko, glinasto	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	dolomitični vapnenac

2.4. Statističke analize

Za sve pedofiziografske značajke po matičnom suspratu prikazana je deskriptivna statistika: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, maksimum, medijan i koeficijent varijacije. Nadalje, kada se u radu spominje srednja vrijednost misli se na aritmetičku sredinu. Usporedba analiziranih parametara tla po matičnom supstratu za A i B horizonte napravljena je analizom varijance ako je bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance. Kad je analiza varijance pokazala da postoji statistički značajna razlika, pojedinačne razlike testirane su Tukey-evim višestrukim *post hoc* testom. Ako nije bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance, testiranje je obavljeno Kruskal-Wallis-ovim neparametrijskim testom, a kao post-hoc test primijenjen je test višestruke usporedbe. Analize su provedene u programu Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc. 2020).

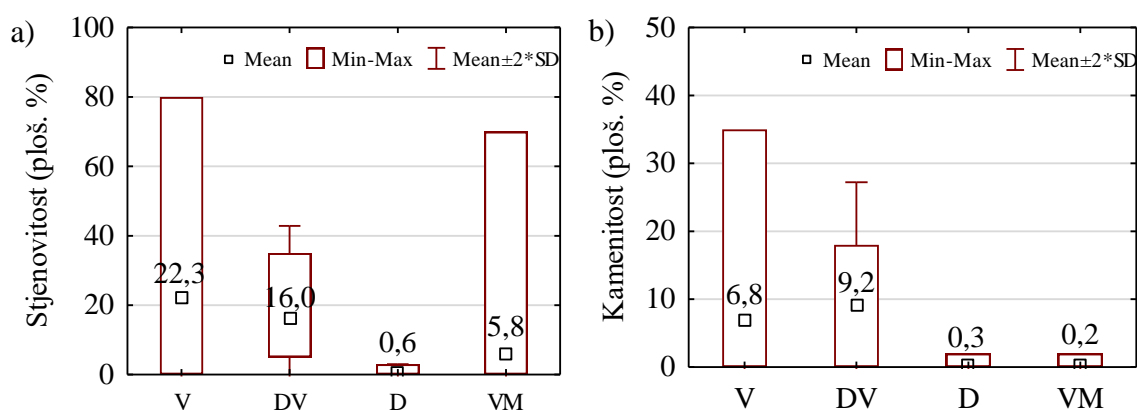
3. Rezultati i rasprava

U nastavku se iznose rezultati i rasprava vezani uz ektomorfološke i pedofiziografske značajke tla za A i B horizonte prema različitom matičnom supstratu: vapnenac (V), dolomitični vapnenac (DV), dolomit (D) i vapnenačka morena (VM) pa će se nadalje kod usporedbe značajki kalkokambisola koristiti navedene kratice za pojedini matični supstrat.

3.1 Stjenovitost i kamenitost

Najveće razlike između kalkokambisola utvrđene su u ektomorfološkim parametrima površinske stjenovitosti i kamenitosti zemljišta. Kalkokambisoli na V imaju statistički značajno veću površinsku stjenovitost koja iznosi 22,3 % ($H(3, N = 57) = 21,318; p < 0,001$) od kalkokambisola na D i VM. Iako kalkokambisoli na DV također imaju značajan udjel površinske stjenovitosti koji iznosi 16,0 %, oni se na razlikuju statistički značajno od kalkokambisola na D i VM (slika 5a).

Kalkokambisol na V i DV imaju veću površinsku kamenitost (6,8 i 9,2 %) od kalkokambisola na D i VM (slika 5b).

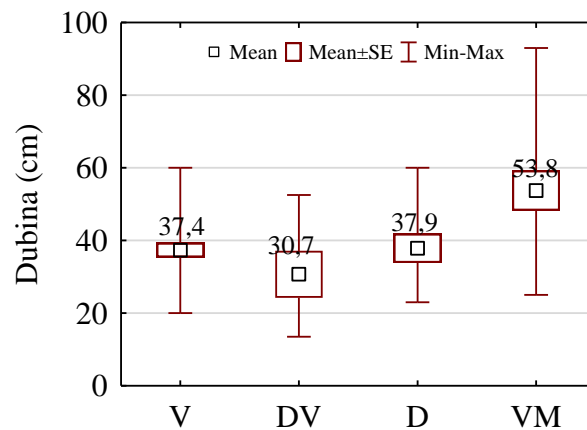


Slika 5. Površinska stjenovitost (a) i kamenitost (b) kalkokambisola na različitim matičnim supstratima

Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Kod kalkokambisola na V i VM površinska stjenovitost, prema FAO klasifikaciji (2006), kreće u rasponu od vrlo niske (0 do 2 %) do vrlo visoke (40 do 80 %). Veliki raspon u stjenovitosti na V ovisi o teksturi stijene (posebice slojevitosti), kao i o položaju slojeva. Kalkokambisole na gromadastim vapnencima odlikuje visoka stjenovitost dok ista na pločastim vapnencima može i izostati (Perković i dr. 2024). Iako je srednja vrijednost kalkokambisola na V nešto niža od raspona 30 % – 50 % koju navodi Martinović (2003), ukupni raspon je veći i ide čak do 80 % stjenovitosti. Međutim, vrlo visoka stjenovitost (iznad 60 %) zabilježena je samo na 4 profila (od 31 profila).

3.2. Dubina tla i debljina A i B horizonata

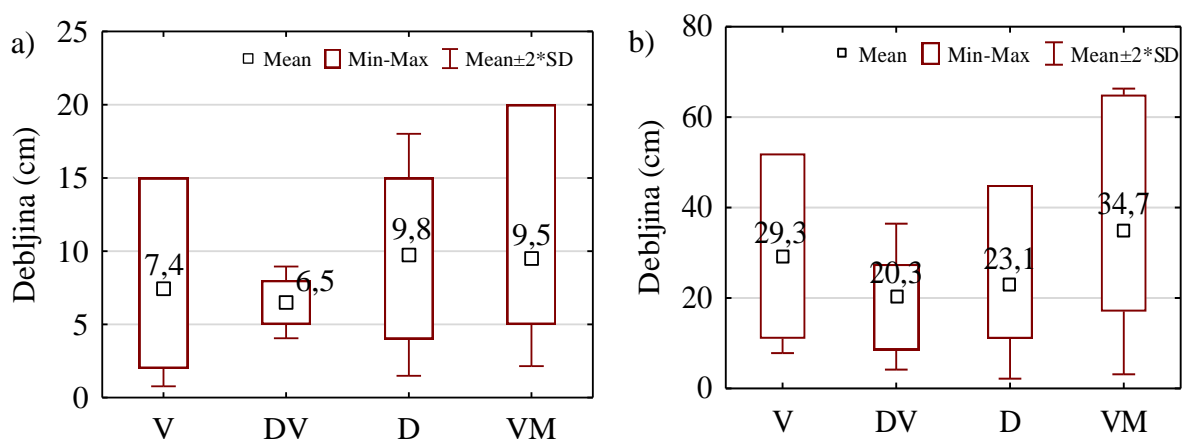
Prosječna dubina kalkokambisola na V i DV do čvrste stijene je 37,4 cm, odnosno 30,7 cm, a kalkokambisola na D 37,9 cm. Najdublji je kalkokambisol na VM. Njegova srednja dubina iznosi 53,8 cm, a maksimalno zabilježena dubina 93 cm. Po dubini tla najdominantniji varijetet kod kalkokambisola na V, DV i D je plitki (dubina < 35 cm), a kod kalkokambisola na VM je duboki (dubina > 50 cm).



Slika 6. Dubina profila kalkokambisola na različitim matičnim supstratima

Prosječna debljina A-horizonta kalkokambisola na V je 7,4 cm s rasponima debljina od 2 do 15 cm, a prosječna debljina A-horizonta kalkokambisola na DV je 6,5 cm s rasponima debljina od 5 do 8 cm. Ovi su podaci u skladu s podacima koje za debljinu A-horizonta (7,2 do 13 cm) za kalkokambisole na vapnencima navodi Martinović (2003). Prosječna debljina A horizonta kalkokambisola na D i VM je veća i iznosi 9,8 cm, odnosno 9,5 cm s maksimalnim rasponima do 15 odnosno 20 cm. Nije utvrđena statistički značajna razlika u debljinama A- i B-horizonta između kalkokambisola na različitim matičnim supstratima. Debljina B-horizonta kalkokambisola na V u odnosu na kalkokambisole na D je manja, a sličan trend uočen je i kod kalkokambisola na području NP Plitvička jezera (Perković i dr. 2024).

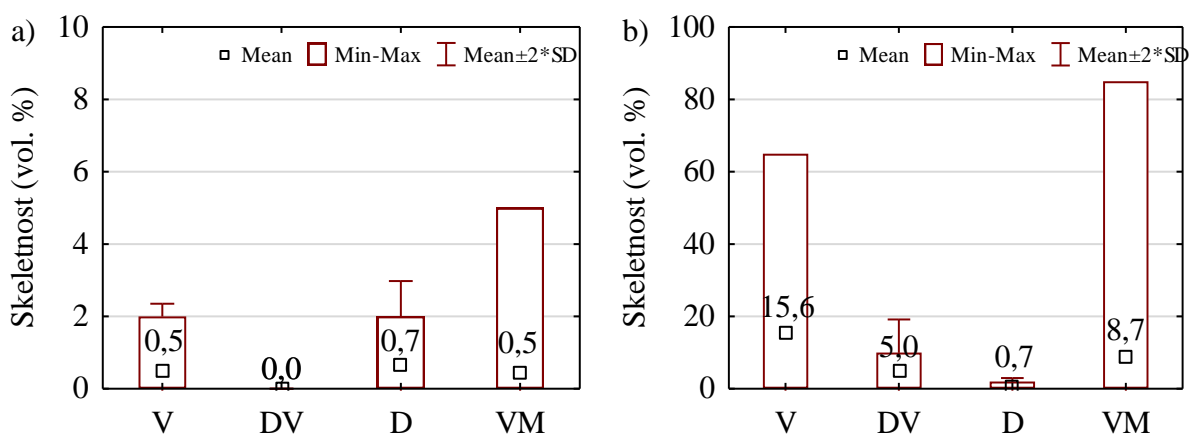
Vrijednosti debljina A i B horizonata kalkokambisola prema matičnom supstratu prikazani su na slici 7.



Slika 7. Debljina (cm) A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

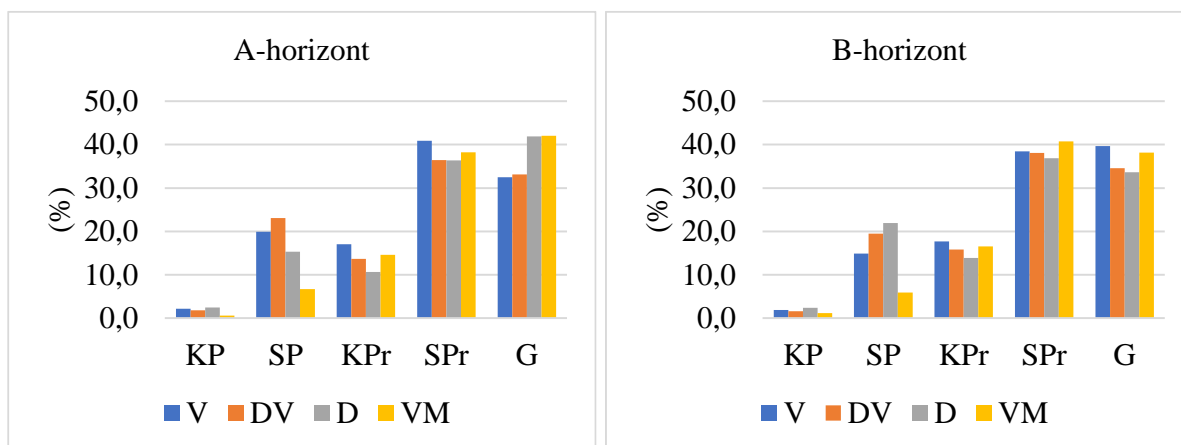
3.3. Skeletnost i tekstura tla

Po skeletnosti u A-horizontu kalkokambisoli na svim matičnim supstratima su slabo skeletni (udjel skeleta je < 10%, Pernar 2017), jedino je B-horizont kod kalkokambisola na V skeletoidan (udjel skeleta je 10 – 30 %, Pernar 2017). Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu skeleta kod kalkokambisola s obzirom na različite matične supstrate po horizontima. Udjel skeleta u kalkokambisolu po matičnom supstratu i horizontima prikazan je na slici 8.



Slika 8. Skeletnost (vol. %) A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitim matičnim supstratima

Tekstura A- i B-horizonta kalkokambisola s obzirom na različite matične supstrate vrlo je ujednačena (slika 9) i kreće se u rasponu od praškaste ilovače do praškaste gline. Nije utvrđena statistički značajna s obzirom na matični supstrat i horizonte unutar istog matičnog supstrata.

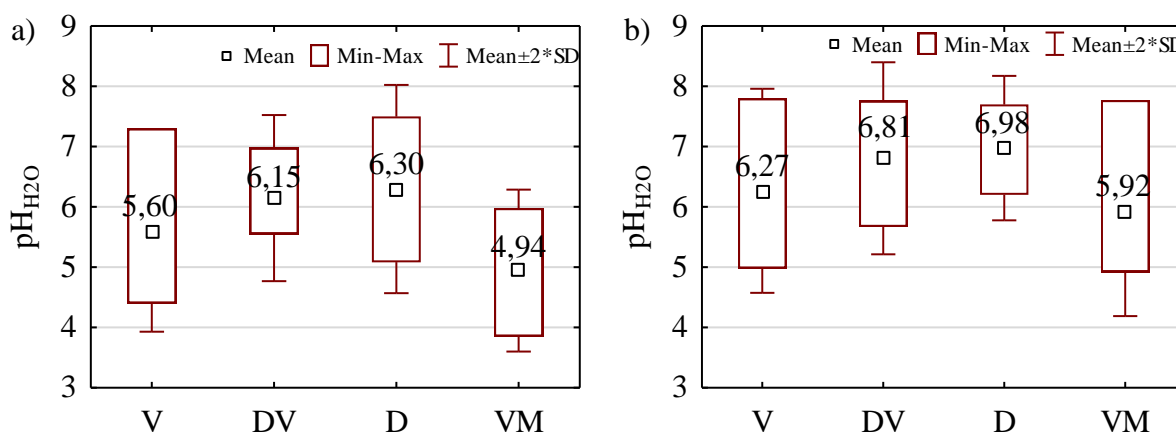


Slika 9. Takstura tla u A i B horizonima kalkokambisola prema različitim matičnim supstratima. Oznake teksturnih frakcija su: KP (krupni pijesak), SP (sitni pijesak), KPr (krupni prah), SPPr (sitni prah) i G (gline).

Prema brojnim istraživanjima (Škorić i dr. 1987, Martinović 2003, Miloš i Bensa 2014, Pernar 2017) glinovita frakcija dominira u kalkokambisolima, dok su ostale frakcije, osobito pijesak, promjenjive ovisno o pedogenetskim čimbenicima, poput matičnog supstrata i reljefa (Perković i dr. 2024). U slučaju kalkokambisola s područja NP Risnjak frakcije gline i sitnog praha su najzastupljenije, a najveća varijabilnost prisutna kod frakcije sitnog pijeska.

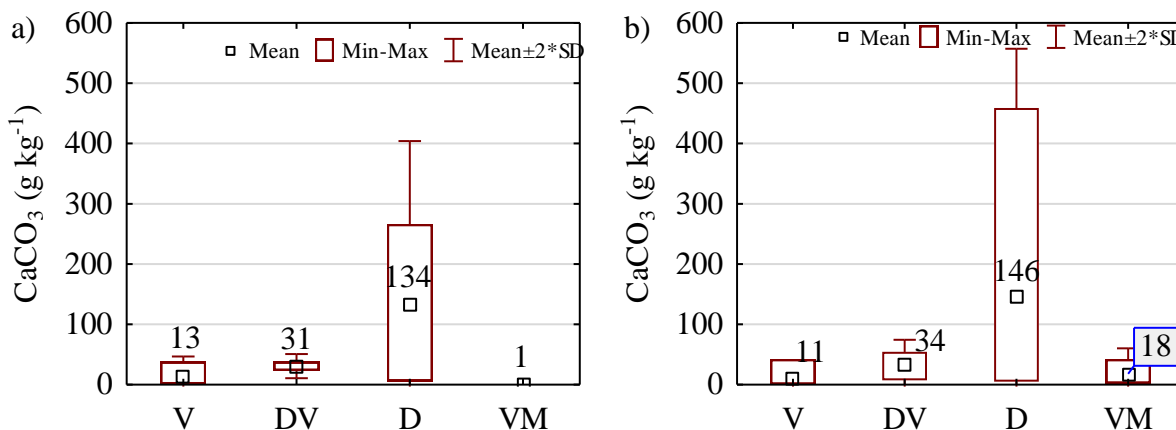
3.4. Reakcija tla i karbonati u tlu

U A-horizontu prema srednjoj vrijednosti reakcija tla (prema Pernar i dr. 2013) kod kalkokambisola na V je osrednje kisela, kod kalkokambisola na DV i D slabo kisela, a kod kalkokambisola na VM jako kisela. S dubinom pH vrijednost pokazuje uobičajni trend porasta, odnosno kiselost se smanjuje pa je u B-horizontu kod kalkokambisola na V reakcija slabo kisela, kod kalkokambisola na DV vrlo slabo kisela, kod kalkokambisola na D neutralna, a kod kalkokambisola na VM osrednje kisela. Kalkokambisola na V i VM imaju statistički značajno nižu pH vrijednost od kalkokambisola na D u A- i B-horizontu (A-horizont: $F = 5,938$, $p < 0,001$; B-horizont: $F = 3,347$, $p = 0,026$). Vrijednosti pH_{H_2O} prikazane su na slici 10.



Slika 10. pH_{H_2O} vrijednost u tlu A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

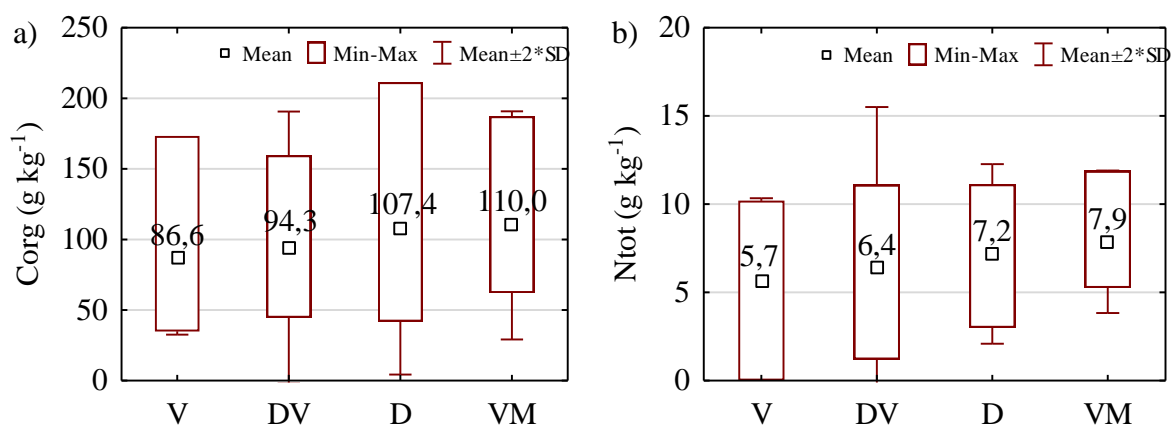
Udjel karbonata u cijelom profilu (slika 11) kod kalkokambisola na V, DV i VM je nizak, dok je kod kalkokambisola na D srednji (Pernar i dr 2013). Identičan trend značajno manjeg udjela karbonata u A- i B-horizontima kalkokambisola na V i D utvrdili su i Perković i dr. (2024) na području NP Plitvička jezera. Veći udjel karbonata u B-horizontu može biti rezultat ponovnog taloženja otopljenog $CaCO_3$ iz fragmenata karbonatne stijene, kao i prisustva sitnih fragmenata fizički istrošene karbonatne stijene što je karakteristično za dolomitni matični supstrat, čiji fragmenti doprinose povećanoj koncentraciji otopina u tlu (Švob i dr. 2021).



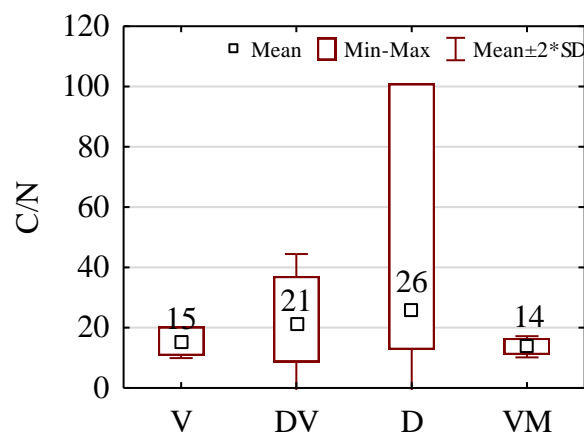
Slika 11. Udjel $CaCO_3$ ($g\ kg^{-1}$) u tlu A (a) i B (b) horizonata kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

3.5. Organski ugljik i ukupni dušik u tlu

S obzirom na srednju vrijednost udjela organskog ugljika (Corg) u A-horizontu kalkokambisoli na V su vrlo jako humozni, a kalkokambisoli na DV, D i VM bogato humozni. Međutim raspon udjela Corg je velik i ide od minimalnih 34,8 g kg⁻¹ (jako humozno) kod kalkokambisola na V do maksimalnih 211,5 g kg⁻¹ (bogato humozno) kod kalkokambisola na D. Prema srednjoj vrijednosti udjela ukupnog dušika (Ntot) svi kalkokambisoli vrlo bogato opskrbljeni dušikom, također s iznimno velikim rasponom udjela (slika 12). Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu Corg i Ntot između kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu. Dobivene vrijednosti u skladu su s rezultatima koje za kalkokambisole navodi Martinović (2003) i nešto su niže od onih koje navode Perković i dr. (2024).



Slika 12. Udjeli Corg (g kg⁻¹) (a) i Ntot (g kg⁻¹) (b) u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

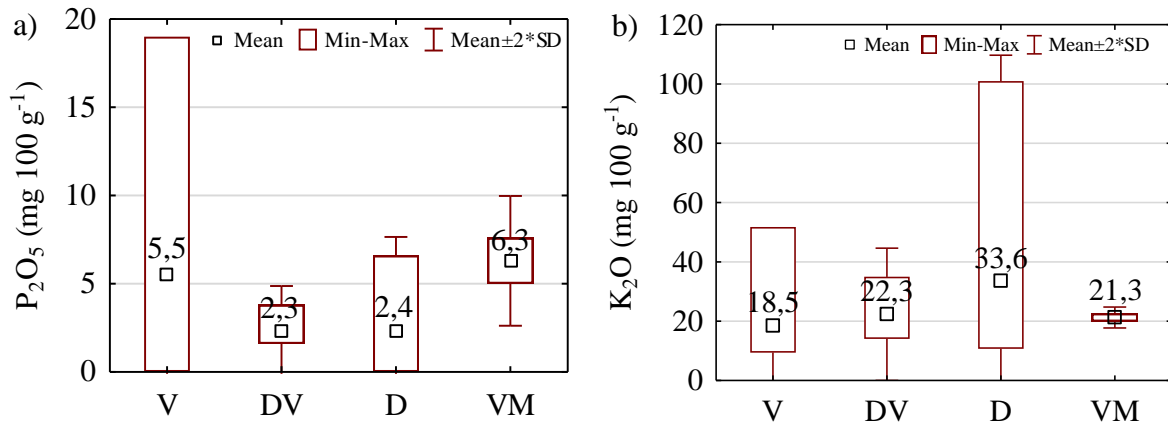


Slika 13. C/N u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

C/N omjer predstavlja pouzdan pokazatelj kvalitete organske tvari u tlu (Baties, 1996). Vrijednosti omjera veće od 25 ukazuju na usporene procese razgradnje (Swift i dr., 1979). Najnepovoljniji C/N odnosi utvrđen je kod kalkokambisola na D.

3.6. Biodostupni fosfor i kalij u tlu

Udjel biodostupnog fosfora (P_2O_5) u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija (K_2O) kod kalkokambisol na D je dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak (Pernar 2017).



Slika 14. Udjel P_2O_5 (a) i K_2O (b) (mg 100 g⁻¹) u A-horizontu kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

3.7. Hraniva

U A-horizontu u tablici 2 prikazani su slijedeći makroelementi: P, K, S, Ca i Mg te mikroelementi Fe, Mn, Cu, Zn i B i opskrbljenost tla prema Haefele i dr. (2024). Statistički značajna razlika utvrđena je samo za udjel Mg i to za kalkokambisole na V i kalkokambisole na D ($H(3, N=18) = 7,760$ $p < 0,01$). Kalkokambisoli na D imaju veći udjel Mg.

Tablica 2. Deskriptivna statistika udjela makro i mikroelemenata (biodostupnih hraniva) u A-horizontu kalkokambisola na području NP Risnjak. Broj uzoraka po matičnom supstratu (V: N = 8; DV: N = 2; D: N = 3; VM: N = 5)

Element	Matični supstrat	Aritm. sred	Std. dev.	Std. Err.	Min.	Max.	Koef. varijacije	Opskrbljenost tla
		mg kg ⁻¹						
P	V	17,4	13,1	4,6	9,6	49,0	75	Osrednja
	DV	23,1	13,0	9,2	13,9	32,3	56	Osrednja
	D	28,1	13,9	8,0	12,1	37,0	49	Osrednja
	VM	24,9	10,2	4,6	12,8	38,9	41	Osrednja
K	V	423,3	111,7	39,5	257,4	613,0	26	Osrednja
	DV	444,1	286,0	202,2	241,9	646,3	64	Osrednja
	D	398,8	123,2	71,1	306,7	538,7	31	Osrednja
	VM	452,0	148,0	66,2	320,9	676,6	33	Osrednja
S	V	88,2	16,7	5,9	64,2	109,1	19	Vrlo visoka
	DV	97,2	5,1	3,6	93,6	100,8	5	Vrlo visoka
	D	101,7	22,7	13,1	84,1	127,3	22	Vrlo visoka
	VM	99,8	29,4	13,1	79,9	147,1	29	Vrlo visoka
Ca	V	3393,4	1393,2	492,6	980,2	5450,6	41	Vrlo visoka
	DV	4008,6	875,4	619,0	3389,6	4627,6	22	Vrlo visoka
	D	3860,6	1164,1	672,1	2733,6	5058,6	30	Vrlo visoka
	VM	2967,6	2324,7	1039,6	1036,5	6838,6	78	Vrlo visoka
Mg	V	172,4	25,2	8,9	134,3	214,5	15	Vrlo visoka
	DV	461,6	428,2	302,8	158,8	764,4	93	Vrlo visoka
	D	630,9	175,8	101,5	444,4	793,5	28	Vrlo visoka
	VM	225,1	92,6	41,4	178,2	390,6	41	Vrlo visoka
Fe	V	219,0	91,2	32,2	96,5	388,2	42	Osrednja
	DV	143,9	79,9	56,5	87,4	200,4	56	Osrednja
	D	219,1	32,3	18,7	192,9	255,2	15	Osrednja
	VM	309,6	101,4	45,3	226,0	477,1	33	Visoka
Mn	V	126,3	70,1	24,8	4,3	208,5	55	Osrednja
	DV	175,4	16,5	11,7	163,8	187,1	9	Osrednja
	D	183,6	125,1	72,3	92,0	326,2	68	Osrednja
	VM	75,4	43,5	19,4	24,5	137,2	58	Niska
Cu	V	2,2	1,2	0,4	1,2	4,5	54	Osrednja
	DV	2,5	1,1	0,8	1,7	3,3	45	Osrednja
	D	1,4	0,3	0,2	1,2	1,7	22	Osrednja
	VM	1,9	1,3	0,6	1,0	4,1	66	Osrednja
Zn	V	7,2	3,5	1,3	3,4	12,5	49	Niska
	DV	9,8	2,8	2,0	7,8	11,8	28	Niska
	D	7,6	4,2	2,4	2,9	10,8	55	Niska
	VM	10,3	5,6	2,5	4,7	19,5	54	Osrednja
B	V	0,4	0,2	0,1	0,1	0,7	53	Vrlo niska
	D	0,5	0,1	0,0	0,5	0,5	10	Vrlo niska
	VM	0,4	0,2	0,1	0,1	0,6	53	Vrlo niska
	DV	0,6	0,3	0,2	0,4	0,8	44	Vrlo niska

4. Zaključci

S gledišta geneze i evolucije tla, teorijski nema razlika u mehanizmu tvorbe tla na čvrstim vapnencima i dolomitima pa tako niti postojeća klasifikacija tla ne izdvaja zasebno kalkokambisole povrh vapnenaca i dolomita. Na području NP Risnjak kalkokambisoli se javljaju na nekoliko različitih supstrata u pogledu načina i intenziteta fizičkog i kemijskog trošenja: na čvrstim vapnencima (V), dolomitičnim vapnencima (DV) i dolomitima (D), te na vapnenačkoj moreni (VM). Kod kalkokambisola na V, DV i D dominantan je kalkokambisol plitki, dok je kod kalkokambisola na VM dominantan kalkokambisol duboki što je i očekivano s obzirom na prirodu matičnog supstrata koji je nastao fluvio-glacijalnim taloženjem. Kod kalkokambisola na D zabilježena je najmanja površinska stjenovitost i kamenitost zemljišta. Kod kalkokambisola na V i VM površinska stjenovitost kreće u rasponu od vrlo niske (ne postoji) do vrlo visoke (do 80 %).

Prosječne pH-vrijednosti u A- i B-horizontu i prosječni udjeli karbonata bili su veći u kalkokambisolima na D u odnosu na kalkokambisole na V i VM. Udjeli organskog ugljika i ukupnog dušika bili su podjednaki za kalkokambisole na svim matičnim supstratima, dok je C/N odnos za kalkokambisole na D bio najnepovoljniji. Udjel biodostupnog fosfora u A-horizontu kalkokambisola na svim matičnim supstratima je vrlo nizak, a udjel biodostupnog kalija kod kalkokambisol na D je dobar, dok je kod kalkokambisola na V, DV i VM nizak. U pogledu ostalih hraniva statistički značajna razlika utvrđena je samo za Mg i to za kalkokambisole na D koji imaju statistički značajno veći udjel Mg u odnosu na kalkokambisole na V. Ovim se utvrdilo da postoje i fizičke i kemijske značajke po kojima kalkokambisoli s obzirom na matični supstrat razlikuju.

5. Literatura

- Bakšić, D., N. Pernar, J. Vukelić, D. Baričević, 2008: Properties of cambisol in beech-fir forests of Velebit and Gorski kotar, *Periodicum Biologorum*, vol. 110, No2, 119-125.
- Baties, N. H., 1996: Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47, 151-163, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386>
- Ćirić, M., Č. Burlica, J. Martinović, 1988: Geneza i svojstva zemljišnog pokrivača na kršu, VIII. Kongres JDPZ, 13-29, Cetinje.
- FAO 2006: Guidelines for soil description (fourth edition). Food organization on the united nations, p. 1-95, Rome
- Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka "Risnjak", Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb 2022.
- Haefele, S. M., Mossa, A. W., Gashu, D., Nalivata, P. C., Broadley, M. R., Grath, S. P., Thomas, C.L., 2024. Mahlich 3 as an indicator of grain nutrient concentration for five cereals in sub-Saharan Africa, *Field Crops Research*, Volume 307, 1 March 2024, 109243, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109243>
- JU NP Risnjak, 2022: Plan upravljanja Nacionalnim parkom Risnjak i pridruženim zaštićenim područjem i područjima ekološke mreže (PU 6159) 2022.-2031., JU NP Risnjak, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja RH, Zadruga Granum salis, 118 str. <https://www.np-risnjak.hr/web/wp-content/uploads/2022/03/Plan-upravljanja-2022.-%E2%80%932031.pdf>
- Martinović, J., 1974: Prilog poznavanju tala istraživanog područja. U: Žunko, O. (ur): Tipološke značajke šuma u Gospodarskoj jedinici "Crni Lug". *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 26:23–30.
- Martinović, J., 1976: Tla i litološka građa. U: Bertović, S. et al.: Tipološke značajke šuma u Gospodarskoj jedinici "Brod na Kupi". *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 21:22–39.
- Martinović, J., 1978: Tla sekcija Cerknica 3 i 4. Tumač i pedološke karte (Rukopisni primjerak). Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Martinović, J., 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša, Priručnik za inženjere, Državna uprava za zaštitu prirode, 288 str.
- Martinović, J., 2003: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Šumarski institut Jastrebarsko, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, 525 str.
- Miloš, B., A. Bensa, 2014: A GIS Based Assessment of Agricultural Resources for Karstic Areas of the Adriatic Coastal Region. *Agriculture and Forestry* 60 (4): 135-141
- Perković, I., D. Počekal, V. Roje, D. Bakšić, N. Pernar, 2024: Utjecaj matičnog supstrata na značajke kalkokambisola na području NP Plitvička jezera, *Šumarski list*, 5–6 (2024): 237–247 <https://doi.org/10.31298/sl.148.5-6.2>
- Pernar, N., 1996: Uzroci varijabilnosti organskog kompleksa kalkikambisola na kršu zapadne Hrvatske, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 121 str.

- Pernar, N., 2017: Tlo; nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 799 p.
- Pernar, N., D. Bakšić, I. Perković, 2013: Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu, udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, 192 str.
- Pernar, N., D. Bakšić, I. Perković, B. Vrbek, 2024: Pedološka karta NP „Plitvička jezera“, izvješće po projektu „Pedološka karta Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ (2021-2024), Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 88 str. + prilozi 25 str.
- Pernar, N., I. Perković, D. Bakšić, M. Ančić, B. Vrbek, 2022: Geografske i fiziografske značajke tla Nacionalnog parka Risnjak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, izvješće po projektu (naručitelj NP Risnjak), 71 str.
- Swift, M. J., O. W. Heal, J. M. Anderson, 1979: Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell.
- Škorić A., M. Adam, F. Bašić, M. Bogunović, D. Cestar, J. Martinović, B. Mayer, B., Miloš, Ž. Vidaček, 1987: Pedosphere of Istria. Projektni savjet Pedološke karte Hrvatske, Zagreb
- Škorić, A. 1986: Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
- Švob, M., A. Bensa, D. Dominguez-Villar, D. Perica, K. Krklec, 2021: Basic Properties of Calcocambisol from a Location on North Dalmatian Plain. Agric. conspec. sci. Vol. 86 (2021) No. 4, 305-316
- Vukelić, J., N. Pernar, I. Perković, D. Bakšić, M. Balenović, I. Šapić, 2023: Tlo i šumska vegetacija Nacionalnog parka „Risnjak“, JU NP Risnjak, 131 str.
- Zhang, H., Hardy, D., Mylavarapu, R., Wang, J., 2014: Mehlich 3 Extraction for Macro- and Micronutrients. Soil Test Methods From the South eastern United States str. 101 – 110.

Prilozi

Prilog 1: deskriptivna statistika za površinsku stjenovitost kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Stjenovitost srednja (ploš. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	22,3	24,9	0,0	80,0	10,0	80
DV	5	16,0	13,4	5,0	35,0	10,0	268
D	8	0,6	1,2	0,0	3,0	0,0	15
VM	13	5,8	19,3	0,0	70,0	0,0	149

Prilog 2: deskriptivna statistika za površinsku kamenitost kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Kamenitost srednja (ploš. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	6,8	10,6	0,0	35,0	0,0	155
DV	5	9,2	9,0	0,0	18,0	10,0	98
D	8	0,3	0,7	0,0	2,0	0,0	283
VM	13	0,2	0,6	0,0	2,0	0,0	361

Prilog 3: deskriptivna statistika za debljinu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Debljina (cm)								Debljina (cm)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	7,4	3,3	2,0	15,0	7,0	45	V	30	29,3	10,7	11,0	52,0	28,0	37
DV	5	6,5	1,2	5,0	8,0	7,0	19	DV	5	20,3	8,1	8,5	27,5	24,0	40
D	8	9,8	4,1	4,0	15,0	9,5	42	D	8	23,1	10,5	11,0	45,0	22,5	45
VM	13	9,5	3,7	5,0	20,0	10,0	39	VM	13	34,7	15,8	17,0	65,0	30,0	45

Prilog 4: deskriptivna statistika za skeletnost A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Skeletnost (vol. %)								Skeletnost (vol. %)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	8	0,5	0,9	0,0	2,0	0,0	185	V	8	15,6	22,1	0,0	65,0	7,5	142
DV	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		DV	2	5,0	7,1	0,0	10,0	5,0	141
D	3	0,7	1,2	0,0	2,0	0,0	173	D	3	0,7	1,2	0,0	2,0	0,0	173
VM	11	0,5	1,5	0,0	5,0	0,0	332	VM	11	8,7	25,4	0,0	85,0	0,0	291

Prilog 5: deskriptivna statistika za udjel KP 2-0,2 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

KP 2-0,2 mm (%)								KP 2-0,2 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	2,1	2,5	0,3	13,2	1,5	115	V	28	1,9	3,6	0,1	18,8	0,8	190
DV	5	1,9	1,5	0,5	4,5	1,5	83	DV	5	1,6	1,5	0,5	4,1	0,7	96
D	8	2,5	1,3	0,5	3,7	3,0	51	D	8	2,4	1,5	0,7	5,1	2,1	61
VM	13	0,6	0,3	0,1	1,0	0,7	49	VM	13	1,2	1,8	0,3	7,2	0,8	156

Prilog 6: deskriptivna statistika za udjel SP 0,2-0,063 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

SP 0,2-0,063 mm (%)								SP 0,2-0,063 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	19,9	13,2	0,4	43,8	22,3	66	V	28	14,9	10,2	0,2	31,7	17,3	68
DV	5	23,1	21,3	2,0	50,6	23,2	93	DV	5	19,5	15,1	2,8	31,8	28,3	77
D	8	15,3	14,5	0,8	37,0	12,4	95	D	8	21,9	22,1	1,0	52,5	15,7	101
VM	13	6,7	14,5	0,3	42,0	1,0	215	VM	13	5,9	11,1	0,6	34,2	1,5	187

Prilog 7: deskriptivna statistika za udjel KPr 0,063-0,020 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

KPr 0,063-0,020 mm (%)								KPr 0,063-0,020 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	8	17,0	3,4	11,1	22,8	17,0	20	V	8	17,7	4,4	11,7	23,8	16,6	25
DV	2	13,7	3,9	10,9	16,4	13,7	28	DV	2	15,8	10,6	8,4	23,3	15,8	67
D	3	10,6	4,9	5,0	13,6	13,3	46	D	3	13,9	3,2	11,1	17,3	13,1	23
VM	11	14,6	4,4	7,6	21,5	14,8	30	VM	11	16,5	4,2	11,4	23,7	15,7	25

Prilog 8: deskriptivna statistika za udjel SPr 0,020-0,002 mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

SPr 0,020-0,002 mm (%)								SPr 0,020-0,002 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	40,9	8,2	15,3	54,8	41,7	20	V	28	38,4	9,4	21,1	53,9	39,0	25
DV	5	36,5	12,2	24,7	51,5	35,1	34	DV	5	38,0	6,8	26,3	43,6	40,7	18
D	8	36,4	8,8	25,0	47,6	35,2	24	D	8	36,9	17,0	14,8	61,3	38,4	46
VM	13	38,2	7,2	29,4	52,8	38,9	19	VM	13	40,7	6,3	30,7	51,7	40,0	15

Prilog 9: deskriptivna statistika za udjel $G < 0,002$ mm A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

G <0,002 mm (%)								G <0,002 mm (%)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	30	32,5	11,4	13,4	61,1	29,5	35	V	28	39,7	11,0	25,8	62,4	37,5	28
DV	5	33,2	13,2	23,2	55,0	27,3	40	DV	5	34,6	13,3	26,4	58,1	29,7	38
D	8	41,9	12,4	20,0	61,2	42,9	30	D	8	33,6	11,7	16,1	51,4	33,2	35
VM	13	42,0	10,5	23,5	61,2	40,8	25	VM	13	38,1	7,8	26,4	55,6	37,6	20

Prilog 10: deskriptivna statistika za pH_{H_2O} vrijednost u tlu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

pH_{H_2O}								pH_{H_2O}							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	5,60	0,83	4,40	7,30	5,53	15	V	30	6,27	0,85	4,98	7,80	6,54	14
DV	5	6,15	0,69	5,55	6,98	5,80	11	DV	5	6,81	0,80	5,67	7,76	6,80	12
D	8	6,30	0,86	5,08	7,50	6,28	14	D	8	6,98	0,60	6,20	7,70	6,93	9
VM	13	4,94	0,67	3,85	5,98	4,96	14	VM	13	5,92	0,87	4,92	7,77	5,71	15

Prilog 11: deskriptivna statistika za udjel $CaCO_3$ ($g\ kg^{-1}$) u tlu A i B horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

$CaCO_3$ ($g\ kg^{-1}$)								$CaCO_3$ ($g\ kg^{-1}$)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	4	13	17	1	38	6	133	V	9	11	15	1	42	6	129
DV	2	31	10	24	38	31	33	DV	4	34	20	7	55	38	58
D	4	134	135	6	266	132	101	D	6	146	206	5	459	26	141
VM	1	1		1	1	1	0	VM	3	18	21	2	42	10	117

Prilog 12: deskriptivna statistika za udjel Corg ($g\ kg^{-1}$) i Ntot ($g\ kg^{-1}$) u tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

Corg ($g\ kg^{-1}$)								Ntot ($g\ kg^{-1}$)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	31	86,6	27,0	34,8	173,4	83,2	31	V	29	5,7	2,3	0,0	10,2	5,5	41
DV	5	94,3	48,1	44,5	159,6	95,7	51	DV	5	6,4	4,6	1,2	11,1	8,5	71
D	8	107,4	51,5	41,8	211,5	92,2	48	D	8	7,2	2,5	3,0	11,1	7,4	35
VM	13	110,0	40,4	62,1	187,3	96,8	37	VM	13	7,9	2,0	5,3	11,9	7,1	26

Prilog 13: deskriptivna statistika za C/N omjer u tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

C/N							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	28	15	3	11	20	15	17
DV	5	21	12	9	37	19	55
D	8	26	30	13	101	16	116
VM	13	14	2	11	17	14	13

Prilog 14: deskriptivna statistika za udjel P₂O₅ i K₂O (mg 100 g⁻¹) tlu A horizonta kalkokambisola prema različitom matičnom supstratu

P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)								K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)							
Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV	Matični supstrat	N	Aritm. sred.	Std. dev.	Min	Max	Medijan	CV
V	22	5,5	5,1	0,0	19,0	6,1	94	V	23	18,5	9,7	9,4	51,8	17,5	52
DV	3	2,3	1,3	1,6	3,8	1,6	54	DV	3	22,3	11,2	14,0	35,0	18,0	50
D	5	2,4	2,6	0,0	6,6	1,1	112	D	5	33,6	38,1	10,7	101,0	19,1	113
VM	2	6,3	1,8	5,0	7,6	6,3	29	VM	2	21,3	1,8	20,0	22,5	21,3	8